

## フライアッシュ混入再生骨材コンクリートの強度および耐久性に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生会員 ○山口 輝幸 徳島大学大学院 正会員 橋本 親典  
 徳島大学大学院 正会員 渡辺 健 徳島大学大学院 正会員 石丸 啓輔

### 1. はじめに

近年、コンクリート塊から骨材を再生し、それをを用いたコンクリートとして、コンクリート用再生骨材 H、再生コンクリート M・L がそれぞれ JIS に制定された。しかし、再生骨材 H は再生に多大のエネルギーが必要となり、歩留りは 50%程度であり、副産される微粉の処理が問題として残る。再生 M・L は低コストで製造できるが、低品質で用途に制限があり普及には至っていない。

本研究では、既往の研究<sup>1-3)</sup>による高強度コンクリートの考え方をもとに、フライアッシュ（以降 FA と称す）を用いることで単位セメント量を減少できると考え、FA をセメント代替として用いた全量再生 FA コンクリートの実用化の可能性を検討した。実用化にむけて開発した 1000 リットルの振動付与 2 軸強制練混ぜミキサを用いて再生骨材 FA コンクリートの振動練混ぜ効果<sup>1)</sup>（フレッシュ性状、圧縮強度および耐久性）について実験的検討を行った。なお、FA はアルカリ骨材反応の抑制効果があるため、反応性の有無の確認が難しい再生骨材を用いるコンクリートに FA を混入することはアルカリ骨材対策として、今後有効な方策の 1 つになりうる。

### 2. 実験概要

#### 2.1 セメントおよびフライアッシュ

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm<sup>3</sup>，比表面積 3380cm<sup>2</sup>/g）を使用した。FA はⅡ種相当（密度 2.24g/cm<sup>3</sup>，比表面積 3878m<sup>2</sup>/g，強熱減量 2.3%）を使用した。

#### 2.2 再生骨材

本研究で使用した再生骨材は、廃品コンクリートポールを破砕・洗浄・乾燥・分級したものをを使用した。表-1 に使用した骨材の物理的性質との再生骨材 M と L の品質規格（JIS A 5022, 5023）を比較して示す。本研究の再生骨材は再生骨材 M に近い品質の再生骨材 L である。

#### 2.3 配合条件

本研究のコンクリートの配合を表-2 に示す。単位水量は一定として、W/P を 40,50,60 と変化させた。単位 FA 量は各 W/P において目標スランプ、空気量を満足し、かつ通常の練混ぜができる範囲で最大となるように設定した。そのため、各 W/P がセメントの内割りの珍置換率が異なる。配合名は、R が低度処理再生骨材振動無で FA 混入無を意味し、RV が低度処理再生骨材振動有で FA 混入無を意味し、RF が低度処理再生骨材振動無で FA 混入有を意味し、RFV が低度処理再生骨材振動有で FA 混入有を意味する。

本研究では振動付与練混ぜ工法がフレッシュ性状に与える影響を検討するため、スランプと空気量を実験的に検討した。RF40 に用いた混和剤は AE 減水剤であり、他の配合には高性能 AE 減水剤（以降 SP 剤と称す）を用いた。江口らの研究<sup>2)</sup>

表-1 再生骨材の物理的性質

項目	使用した再生骨材		再生骨材の JIS 規格			
	再生骨材 M		再生骨材 L		再生骨材 L	
粒度(mm)	0~5	5~20	0~5	5~20	0~5	5~20
絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.34	2.2 以上	2.3 以上	---	---
微粒分量 (%)	6.7	1.6	7.0 以下	1.5 以下	10 以下	2.0 以下
吸水率 (%)	7.74	4.49	7.0 以下	5.0 以下	13 以下	7 以下
粗粒率	3.33	6.56	---	---	---	---

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/P (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )								
				W	C	FA	S	G	混和剤	消泡剤		
RF40	40	48.7	49	165	339	74	687	847	C×0.7%	C×0.001%		
R50	50	50.0	49		330	—	767	850	C×1.2%	—		
RV50					249	81	746	848	C×1.2%	C×0.002%		
RF50					66.3	51	189	86	796	835	C×0.9%	—
RFV50							60	87.3	53	189	86	796
RF60	60	87.3	53	189	86	796	835	C×0.9%	—			
Slump (cm) ...				12±2.5	Air (%) ...		5±1.5					

によって、低度処理再生骨材は SP 剤を使用すると空気量が増加し、SP 剤の空気連行性の効果が強く作用することが明らかになった。そのため、本研究では SP 剤と消泡剤を用いて空気量の調整を行った。

### 3. 実験結果

フレッシュ性状を表-3 に示す。振動有 (RV50, RFV50) のスランプは振動無 (R50, RF50) よりも小さくなった。ミキサ排出後はスランプが大きいですが、その後、急激にスランプロスが発生した。空気量に関しては、R50 および RF60 を除いた配合は目標値の範囲に収まった。R50 および RF60 は消泡剤を用いなかったため、目標値の範囲内に入らなかった。

圧縮強度と材齢の関係を図-1 に示す。W/P50%についての比較に関して、振動無 (R50, RF50) の圧縮強度に比べ、振動有 (RV50, RFV50) の方が大きく、振動付与による効果が確認できた。FA 混入の有無に関しては、RF50 および RFV50 は FA をセメント代替として内割り置換しているため、材齢 7 日では FA 無混入 (R50, RV50) の圧縮強度よりも低いですが、ポズラン反応により材齢 28 日経過後には、RF50, RFV50 は R50 と同等以上の圧縮強度となり、材齢 91 日には FA 混入コンクリートの圧縮強度は FA 無混入 (R50, RV50) よりも大きい結果が得られた。特に注目すべき点は材齢 28 日までにポズラン活性が認められる点である。通常の FA のポズラン反応は、材齢 28 日以降の長期材齢で確認される。再生骨材に付着している旧セメントペーストから  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  が材齢初期の段階から溶出し、FA のポズラン活性に消費されるためと考えられる。

迅速法による材齢と乾燥収縮の関係を図-2 に示す。迅速法は著者が提案している 40°C の低温炉乾燥での乾燥収縮試験である。全ての配合の収縮量が 800  $\mu$  以下であり、人工軽量骨材コンクリートの乾燥収縮特性と近似していることが明らかになった。

JIS 法凍結融解試験によって得られたサイクル数に伴う相対動弾性係数の関係を図-3 に示す。水中用常 300 サイクルで相対動弾性係数 60%以上を満足する配合は見出せなかった。W/C が大きいため、セメントマトリックスの強度が小さいためと考えられる。W/C を 30%以下にすれば、凍結融解抵抗性を向上させることができると思われる<sup>3)</sup>。

### 4. まとめ

FA を内割りで混入し、セメント量を減らしても材齢 28 日経過後、FA 無混入の低度処理再生骨材コンクリートの圧縮強度と同等以上になり、FA を内割りで混入することは経済的である。

**参考文献** 1)小野寺誠司ほか:振動付与 2 軸強制練混ぜミキサを用いた低度処理再生骨材コンクリートに関する基礎的研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.1,pp.1481-1486,2006 2)江口正晃ほか:廃品ポールを原コンクリートとする全量再生骨材コンクリートの硬化特性に関する基礎的研究,コンクリート工学年次論文報告集,Vol.31,No.1,pp.385-390,2009 3) Heng Nhar ほか: DURABILITY OF CONCRETE USING LOW QUALITY OF FINE AND COARSE RECYCLED AGGREGATE FOR THE WHOLE AGGREGATE, The 3<sup>rd</sup> ACF International Conference-ACF/VCA,pp.1014-1019,2008

謝辞: 本研究の一部は、四国電力から四国総研に委託された委託研究において実施したものである。ここに付記し、深く感謝の意を表します。

表-3 フレッシュ性状

配合名	RF40	R50	RV50	RF50	RFV50	RF60
スランプ (cm)	12	10	7.5	11.5	10	14
空気量 (%)	5.2	8.4	5.3	5.3	4.7	8.4

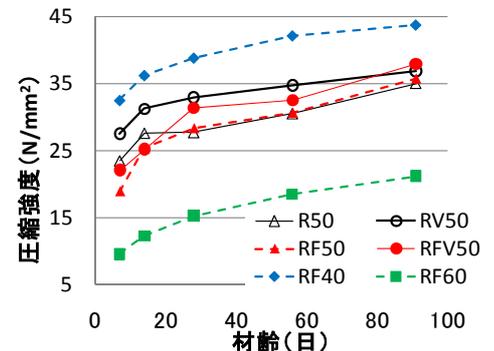


図-1 圧縮強度と材齢の関係

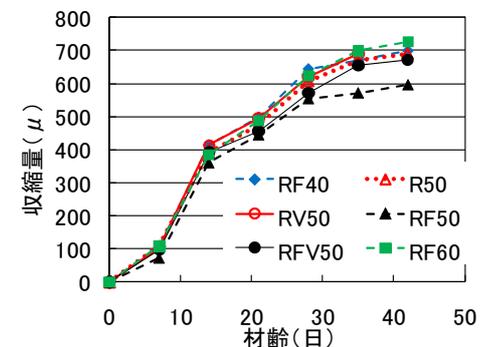


図-2 材齢と乾燥収縮の関係

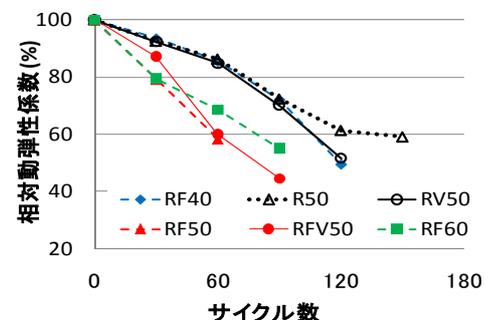


図-3 サイクル数に伴う弾性係数